

Abridgment of JP07-159344

Japanese utility model unexamined publication No. 07-159344

Date of Publication: **23.06.1995**

Applicant: **DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD**

Title of the invention: **INSPECTION DEVICE FOR PERIODIC PATTERN**

PURPOSE: To detect pattern periodicity of an object to be inspected, without error, with no required periodicity measurement and design data on the object to be inspection, relating to a periodic pattern inspecting device.

CONSTITUTION: This inspection device is provided with a periodicity detecting part 10 consisting of a picture memory 12 and a host computer 70, and prior to start of inspection operation, the value (picture data) of picture signal SA of an object to be inspected 61 outputted from a picture input part 50 is stored in the picture memory 12. The host computer 70, while the initial phase of reference data is changed for each line with the use of the picture data, calculates temporary auto-correlation function for multiple line data, and adds their calculation results together for each shift amount. With what added as auto-correlation function, the shift amount wherein the n-th peak appears, is obtained, so that $1/n$ of the shift amount is taken as period to be obtained. Then the period is set as delay amount at a period delay part 62.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-159344

(43) 公開日 平成7年(1995)6月23日

(51) Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 21/88	Z	7172-2 J		
G 0 1 B 11/30	G			
G 0 6 T 7/00				
		9287-5L	G 0 6 F 15/ 62	4 0 5 A
		9061-5L	15/ 70	4 6 0 A
			審査請求 未請求 請求項の数3	FD (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平5-341394

(22) 出願日 平成5年(1993)12月9日

(71) 出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1

(72) 発明者 上田 邦夫

京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内

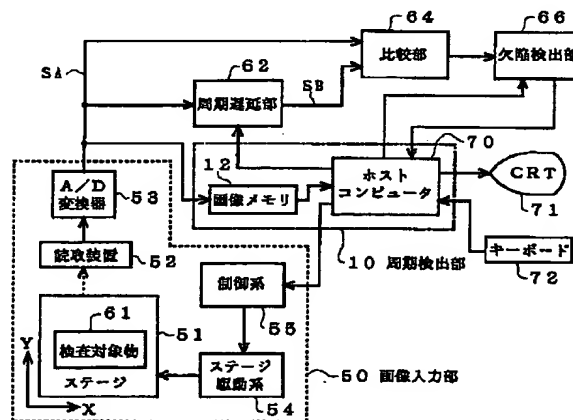
(74) 代理人 弁理士 小林 良平

(54) 【発明の名称】 周期性パターンの検査装置

(57) 【要約】

【目的】 周期の測定や検査対象物の設計データを必要とすることなく、周期性パターン検査装置において、誤りなく検査対象物のパターンの周期を検出する。

【構成】 本検査装置は、画像メモリ12とホストコンピュータ70から成る周期検出部10を備え、欠陥の検出動作を開始する前に、画像入力部50から出力される検査対象物61の画像信号SAの値(画像データ)を画像メモリ12に格納する。ホストコンピュータ70は、この画像データを用いて基準データの初期位相をライン毎に変えながら複数ラインのデータについて仮の自己相関関数を計算し、それらの計算結果を各シフト量毎に加算する。このようにして加算されたものを自己相関関数として、そのn番目のピークが現われるシフト量を求め、そのシフト量の1/nを求めるべき周期とする。そして、この周期を周期遅延部62に遅延量として設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一定の周期で繰り返されるパターンを有する検査対象物の欠陥を検出する検査装置において、

a) 前記パターンを画素毎に読み取って多値の第1画像信号を出力する画像入力手段と、

b) 第1画像信号に対して自己相関関数を求める演算手段と、

c) 前記自己相関関数に基づいて検査対象物のパターンの周期を検出する周期検出手段と、

d) 周期検出手段によって検出された周期の整数倍の距離を設定する設定手段と、

e) 第1画像信号が表わす前記パターンから設定手段によって設定された距離だけ離れた検査対象物のパターンを表わす第2画像信号を生成する信号生成手段と、

f) 第1画像信号と第2画像信号との差信号を生成する信号処理手段と、

g) 前記差信号に基づいて前記欠陥の有無を判定する判定手段と、を備えることを特徴とする周期性パターン検査装置。

【請求項2】 前記演算手段は、

i) 第1画像信号と第1画像信号を所定画素数分だけずらしたシフト画像信号との所定区間における積和を算出することにより、シフト量である前記所定画素数の関数として自己相関関数を計算する関数算出手段と、

ii) 前記所定区間の開始点を変えるか又は前記所定区間の長さを変えて、関数算出手段に前記自己相関関数を複数回計算させ、該計算によって得られた複数の前記自己相関関数の和を算出する和算出手段と、を有し、前記和を、求めるべき自己相関関数とすることを特徴とする請求項1に記載の周期性パターン検査装置。

【請求項3】 前記周期検出手段は、予め選定された1よりも大きな整数nに対して、前記演算手段によって求められた自己相関関数においてn番目のピークが現われるシフト量の1/nを周期とすることを特徴とする請求項2に記載の周期性パターン検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、液晶パネルやそのカラーフィルタ、シャドウマスク等の周期性パターンを有する検査対象物における欠陥をその周期性を利用して検出する検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図3は、従来の周期性パターン検査装置の構成を示すブロック図である。この検査装置では、検査対象物の周期性パターンをラインセンサなどを用いて画素毎に画像入力部102で読み取り、比較部106において、画像入力部102から出力される画像信号と、その画像信号を周期遅延部104により周期性パターンの1周期分だけ遅延させた画像信号との差をとり、差の絶対値を信号値とする信号（以下「差分信号」という）

を得る。例えば、図4(a)に示すような周期性パターンをA-A線に沿って読み取ると、図4(b)に示すような画像信号が得られ、この画像信号とこれを1周期分だけ遅延させた画像信号（図4(c)に示す信号）との差分信号は、図4(d)に示すようになる。欠陥検出部108では、このような差分信号の値が所定の閾値以上である箇所欠陥が存在すると判定し、欠陥の有無を示す欠陥信号を出力する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記のような周期性パターン検査装置により欠陥を検出するためには、検査対象物のパターンの周期を予め調べ、その周期分の期間だけ周期遅延部104において画像信号が遅延するように設定しておく必要がある。このため、周期性パターンの検査に際し、オペレータは、予め検査対象物のパターンの周期を測定したり、検査対象物の設計データに基づいて周期を算出したりする必要があった。

【0004】そこで本発明では、周期の測定や検査対象物の設計データを必要とすることなく、検査対象物のパターンの周期を検出する機能を有する周期性パターン検査装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために成された本発明では、一定の周期で繰り返されるパターンを有する検査対象物の欠陥を検出する検査装置において、

a) 前記パターンを画素毎に読み取って多値の第1画像信号を出力する画像入力手段と、

b) 第1画像信号に対して自己相関関数を求める演算手段と、

c) 前記自己相関関数に基づいて検査対象物のパターンの周期を検出する周期検出手段と、

d) 周期検出手段によって検出された周期の整数倍の距離を設定する設定手段と、

e) 第1画像信号が表わす前記パターンから設定手段によって設定された距離だけ離れた検査対象物のパターンを表わす第2画像信号を生成する信号生成手段と、

f) 第1画像信号と第2画像信号との差信号を生成する信号処理手段と、

g) 前記差信号に基づいて前記欠陥の有無を判定する判定手段と、を備えた構成としている（第1の周期性パターン検査装置）。

【0006】本発明に係る第2の周期性パターン検査装置では、上記第1の周期性パターン検査装置において、前記演算手段は、

i) 第1画像信号と第1画像信号を所定画素数分だけずらしたシフト画像信号との所定区間における積和を算出することにより、シフト量である前記所定画素数の関数として自己相関関数を計算する関数算出手段と、

ii) 前記所定区間の開始点を変えるか又は前記所定区間

の長さを変えて、関数算出手段に前記自己相関関数を複数回計算させ、該計算によって得られた複数の前記自己相関関数の和を算出する和算出手段と、を有し、前記和を、求めるべき自己相関関数とすることを特徴とする。

【0007】本発明に係る第3の周期性パターン検査装置では、上記第2の周期性パターン検査装置において、前記周期検出手段は、予め選定された1よりも大きな整数 n に対して、前記演算手段によって求められた自己相関関数において n 番目のピークが現われるシフト量の $1/n$ を周期とすることを特徴とする。

【0008】

【作用】信号等の周期を求める際に自己相関関数が有効であることが知られており（参考文献：南茂夫 編著、「科学計測のための波形データ処理」、CQ出版社；日野幹雄 著、「スペクトル解析」、朝倉書店 等）、音声信号等から得られる1次元データに対しては、自己相関関数を計算し、そのピーク間距離を求めることによって周期を検出することが行なわれている。本発明は、この方法を画像信号に対して適用することにより、周期性パターン検査装置において、検査対象物のパターンの周期を検出する機能を実現するものである。

【0009】本発明の周期性パターン検査装置では、画像入力手段が出力する第1画像信号に対して、演算手段が自己相関関数を求める。検査対象物のパターンは周期性を有するため、この自己相関関数にはその周期及びその周期の整数倍の値に対応するピーク（極大点）が現われる。周期検出手段は、自己相関関数のこの性質を利用して検査対象物のパターンの周期を検出する。設定手段は、検出された周期の整数倍の距離を信号生成手段に設定する。

【0010】この後、信号生成手段は、画像入力手段から出力される第1画像信号が表わすパターンから設定手段によって設定された距離だけ離れたパターンを表わす第2画像信号を生成する。信号処理手段は、第1画像信号と第2画像信号との差信号を生成する。信号生成手段に設定された距離は、検査対象物のパターンの周期の整数倍であるため、この差信号の絶対値は、通常はほぼ0となるが、検査対象物に欠陥があれば大きなものとなる。判定手段は、この点を利用して、差信号の絶対値が所定の閾値よりも大きいとか否かにより欠陥の有無を判定する。

【0011】なお、第1画像信号に対し自己相関関数を求めて周期を検出するという動作は、検出された周期の整数倍の距離が信号生成手段に設定された後は、同一周期のパターンを有する同種の検査対象物の検査を行なう限り、必要ではない。しかし、各検査対象物のパターンの周期が異なる場合等では、各検査対象物毎に周期を検出してよい。本発明の周期性パターン検査装置は、同種の検査対象物についての複数回の検査の前に1回だけ周期を検出するものと、各検査対象物毎に周期を検出す

るものの双方を含むものである。

【0012】上記のように、周期性パターン検査装置が必要とする周期を、自己相関関数を求めることにより検出することができるが、実際には、自己相関関数の計算に用いるデータ（信号値）の数やそのデータ収集の際のサンプリング位置によって擬似的なピーク（理論上は現われないはずのピーク）が発生する。例えば、パターンの繰り返し方向のラインに沿って図11に示すような濃度分布を有する周期性パターンを表わす画像データに対して自己相関関数を計算すると、図12に示すようになり、周期に対応する本来のピークである P_{110} 、 P_{120} 、 P_{130} 、 P_{140} の他に、擬似的なピーク P_{102} 、 P_{112} 、 P_{122} 、 P_{124} 、 P_{132} 、 P_{142} が現われる。このように擬似的なピークが現われると、周期の検出に誤りが生じるおそれがある。

【0013】そこで、第2の周期性パターン検査装置では、周期検出の誤りを防止するために自己相関関数の算出方法を工夫している。すなわち、本検査装置の演算手段は、関数算出手段と和算出手段とを有し、まず、関数算出手段が、第1画像信号とこれを所定画素数分（シフト量）だけずらしたシフト画像信号との所定区間における積和を算出することにより、シフト量の関数として自己相関関数を計算する。この自己相関関数には前述のように擬似ピークが現われる。一方、本願発明者は、この擬似ピークが現われる位置（シフト量）が基準データ（自己相関関数の計算に用いる第1画像信号の値）の初期位相（平均をとる前記所定区間の開始点）及び基準データのサイズ（自己相関関数の計算に用いる第1画像信号値の個数、すなわち前記所定区間の長さを表わす画素数）によって異なることを実験的に確かめている。すなわち、前述のように、パターンの繰り返し方向のラインに沿って図11に示すような濃度分布を有する周期性パターンを表わす画像データに対して初期位相を0として計算することにより、図12に示すような擬似ピークを有する自己相関関数が得られるが、基準データの初期位相を30として計算すると（基準データのサイズは共に100）、図13に示すような自己相関関数が得られ、擬似ピークの位置が初期位相0（図12）のときと異なっている。また、基準データのサイズを100から150に変更して計算すると（初期位相は共に0）、図14に示すような自己相関関数が得られ、この場合も、擬似ピークの位置が基準データサイズ100（図12）のときと異なっている。本検査装置では、このような性質を利用し、自己相関関数に現われる擬似ピークを除去する。

【0014】すなわち和算出手段は、前記所定区間の開始点（基準データの初期位相）を変えるか又は前記初期区間の長さ（基準データのサイズ）を変えて、関数算出手段に自己相関関数（以下、求めるべき自己相関関数と区別するために「仮の自己相関関数」という。）を複数

回計算させ、これによって得られる複数の仮の自己相関関数の和を算出する（複数の仮の自己相関関数の値をシフト量毎に加算する）。演算手段は、この和の関数を、求めるべき自己相関関数とする。複数の仮の自己相関関数では、本来のピークが現われる位置はほぼ同一であるが、基準データのサイズ又は初期位相が異なるため、擬似ピークが現われる位置は異なっている。したがって、それらの和をとることによって、本来のピークの値は大きくなるが、擬似ピークの値はあまり変化しないので、本来のピークと擬似ピークとの区別が明確になる。

【0015】第3の周期性パターン検査装置では、周期検出手段は、予め選定された1より大きな整数 n に対して、演算手段によって得られた自己相関関数において n 番目のピークが現われるシフト量の $1/n$ を周期とする。自己相関関数における最初のピークが現われるシフト量は周期を表わすが、この周期は第1画像信号の最小単位である画素単位（サンプリング周期単位）での値となっている。一方、 n 番目のピークが現われるシフト量は、周期を n 倍した値を画素単位で表わしたものであり、本検査装置では、このシフト量の $1/n$ を周期として、したがって本検査装置では、 $1/n$ 画素単位という高い精度で周期が検出される。

【0016】

【実施例】図1は、本発明の一実施例である周期性パターン検査装置の全体構成を示すブロック図である。この検査装置は、画像入力部50と、周期遅延部62と、比較部64と、欠陥検出部66と、画像メモリ12と、ホストコンピュータ70及びそれに接続されたCRT71、キーボード72とから構成される。

【0017】画像入力部50では、制御系55を介してホストコンピュータ70によって制御されるステージ駆動系54により、ステージ51が副走査方向 Y へ移動する。ステージ51の上には、繰り返しパターンを有する検査対象物61が載置されており、この繰り返しパターンの画像は、副走査方向 Y へのステージ51の移動過程において、読取装置52により画素単位で主走査方向 X に沿って読み取られる。読み取られた画像を表わす信号は、A/D変換器53によってデジタル信号に変換されて画像入力部50から出力される。

【0018】この検査装置では、検査対象物61における欠陥の検出動作を開始する前に、画像メモリ12とホストコンピュータ70から構成される周期検出部10において、検査対象物のパターンの周期を検出する。すなわち、画像入力部50から出力される信号SAの値を画像データとして画像メモリ12に記憶させ、その画像データを用いてホストコンピュータ70が自己相関関数を計算することにより、検査対象物61のパターンの周期を検出する。周期が検出されるとホストコンピュータ70は、その検出値に基づき、周期遅延部62での画像信号の遅延量を設定する。以後、同一周期のパターンを有

する同種の検査対象物の検査を行なう限り、周期遅延部62での遅延量を変える必要はない。このように周期検出部10は、自己相関関数を計算する演算手段、計算された自己相関関数に基づいて周期を検出する周期検出手段、及び、検出された周期を信号生成手段である周期遅延部62に設定する設定手段として機能する。

【0019】上記のようにして遅延量が設定された後、検査対象物61における欠陥の検出動作が開始されると、周期遅延部62は、画像入力手段から出力される画像信号SAを検査対象物61の繰り返しパターンの1周期分に相当する期間だけ遅延させた信号（以下「1周期遅延信号」と呼ぶ）SBを作成する。この1周期遅延信号SBは、遅延前の画像信号SAとともに、信号処理手段である比較部64に入力される。

【0020】比較部64は、画像入力部50から出力される画像信号SAと上記の1周期遅延信号SBとの差をとり、差の絶対値を信号値とする信号（差分信号）を出力する。この差分信号に基づき、判定手段である欠陥検出部66は、検査対象物61の欠陥を検出する。すなわち、この差分信号の値が所定の閾値以上である部分に相当する位置に欠陥が存在すると判定し、欠陥画像とその位置の座標を記憶する。ホストコンピュータ70は、記憶された欠陥画像と座標を読み取り、それらをCRT71に表示する。なお、ホストコンピュータ70は、キーボード72による入力操作に基づいて動作し、このような欠陥に関する情報の表示の他、既述のようにステージ51の駆動を制御する。

【0021】上記の構成（図1）と前述の従来例の構成（図3）とを比較すればわかるように、本実施例が従来と異なるのは、画像メモリ12とホストコンピュータ70から成る周期検出部10を有する点である。以下、この周期検出部10の構成及び動作の詳細について説明する。

【0022】図2は、周期検出部10の構成を示す図である。この周期検出部10は、バス14に、画像メモリ12と、ホストコンピュータ70を構成するCPU73及び主メモリ74とが接続された構成となっており、欠陥の検出動作の前に以下のように動作する。まず、画像入力部50から出力された画像データ（画像信号SAの値）は、CPU73により、バス14を経由して画像メモリ12に格納される。この画像データは、CPU73により、画像メモリ12から1ライン毎に読み出されてバス14を経由して主メモリ74内に取り込まれる。そして、主メモリ74内に取り込まれた画像データを用いて自己相関関数が計算される。

【0023】既述のように、自己相関関数の計算に用いるデータの個数（基準データのサイズ）やそのデータ収集の際のサンプリング位置（基準データの初期位相）によって擬似的なピーク（理論上は現われたいはずのピーク）が発生し、周期検出に誤りが生じるおそれがある。

一方、本願発明者は、前述のように擬似的なピークが現われる位置（シフト量）が、基準データの初期位相によって異なるとともに（図 12 と図 13 参照）、基準データのサイズによっても異なる（図 12 と図 14 参照）ことを実験的に確かめている。この性質を利用して擬似ピークを除去しつつ自己相関関数を計算する方法として、次の四つの計算法が考えられる。

〔1〕第 1 の計算法

基準データの初期位相を一定にして、基準データのサイズを変えながら同一ライン（走査線）について複数回仮の自己相関関数を計算し、それらの計算結果を各シフト量毎に加算したものを求めるべき自己相関関数とする。

〔2〕第 2 の計算法

基準データのサイズを一定にして、基準データの初期位相を変えながら同一ラインについて複数回仮の自己相関関数を計算し、それらの計算結果を各シフト量毎に加算したものを求めるべき自己相関関数とする。

〔3〕第 3 の計算法

基準データのサイズを同一にして、基準データの初期位相をライン毎に変えながら複数ラインのデータについて仮の自己相関関数を計算し、それらの計算結果を各シフト量毎に加算したものを求めるべき自己相関関数とする。

〔4〕第 4 の計算法

基準データの初期位相を同一にして、基準データのサイズをライン毎に変えながら複数ラインのデータについて仮の自己相関関数を計算し、それらの計算結果を各シフト量毎に加算したものを求めるべき自己相関関数とする。

*

$$R(i) = [\sum_{j=J1, J1+N-1} \{D(j) \cdot D(j+i)\}] / [\sum_{j=J1, J1+N-1} \{D(j)\}^2]$$

…(1)

により計算する。ここで、 $\sum (k=K1, K2)$ は、その次に続く項について $k=K1$ から $k=K2$ までの総和をとることを意味し、 $D(j)$ は基準データを、 $J1$ は基準データの初期位相を、 N は基準データのサイズをそれぞれ表わす。ステップ S35 では、各シフト量 i ($i=0, \dots, N-1$) に対して上記 (1) 式により計算した $R(i)$ を自己相関関数バッファ内の対応する各値に加算し、加算値をそのバッファに格納する。この後、ステップ S33～S36 の処理が予め決められた回数（規定回数）行なわれたか否かを判定する（ステップ S37）。規定回数行なわれていない場合には、基準データの初期位相を変更するためにその取り込み位置を更新し（ステップ S38）、異なるラインの画像データを 1 ラインデータバッファに読み込むために入力ライン No. を更新した後（ステップ S39）、ステップ S34 へ戻る。そして、初期位相の変更された、異なるラインの基準データに対して、上記と同様に、ステップ S33～S36 の処理を行なう。以後、規定回数に達するまで、ステップ S38、S39、S33～S36 の処理が繰り返され

*【0024】上記の各計算法のうち第 2 の計算法は第 1 や第 4 の計算法と比較すると計算量が少なく済むという利点を有し、第 3 及び第 4 の計算法は第 1 や第 2 の計算法と比較すると記憶すべきデータ量が増えるが、複数ラインのデータを用いるため耐ノイズ性に優れている。本実施例では周期検出の正確さを重視して第 3 の計算法を採用しているが、コスト低減化等を重視して他の計算法を採用してもよい。

【0025】図 7 は、本実施例で採用した第 3 の計算法に基づいて CPU 73 が行なう自己相関関数の計算処理を示すフローチャートである。この計算処理では、まず、画像入力部 50 から出力される画像データを取り込んで画像メモリ 12 に格納する（ステップ S31）。次に、主メモリ 74 内に確保された自己相関関数バッファと基準データ取り込み位置ポインタを初期化し（ステップ S32）、画像メモリ 12 から 1 ライン分の画像データを主メモリ 74 内に確保された 1 ラインデータバッファに読み込む（ステップ S33）。そして、基準データ（自己相関関数の計算の際に常に比較するデータ）を切り出し又はポインタで基準データの先頭アドレスを指定し（ステップ S34）、その基準データを用いて以下のようにして仮の自己相関関数を計算する（ステップ S35）。

【0026】すなわち、1 ラインデータバッファに読み込まれた画像データ $D(k)$ を用いて（ただし、 $k=0, \dots, M-1$ であり、 M は 1 ライン当たりの画素数）、シフト量 i に対する仮の自己相関関数の値 $R(i)$ を

る。

【0027】ステップ S37 で規定回数処理が行なわれたと判定された場合は、自己相関関数の計算処理を終了する。この終了時点において自己相関関数バッファには、基準データの初期位相をライン毎に変えながら複数ラインのデータについて仮の自己相関関数を計算し、それらの計算結果を各シフト量毎に加算したものが格納されている。自己相関関数バッファに格納されたこのデータが、求めるべき自己相関関数のデータである。

【0028】上記のように第 3 の計算法に基づく処理によって自己相関関数を計算すると、例えば図 11 に示すような濃度分布を有する周期性パターンの画像に対して、図 15 に示すような自己相関関数が得られる（ただし、加算によって得られた自己相関関数の値はシフト量 0 のときの値で正規化している）。このように、本実施例の計算処理によって得られる自己相関関数では、基準データの初期位相を変えて計算された複数の仮の自己相関関数が加算されているため、本来のピークと擬似ピークとの区別が明確になっている。また、複数ラインにつ

いて計算された複数の仮の自己相関関数が加算されているため、その加算によってノイズの影響も抑えられている。

【0029】第3の計算法以外の計算法すなわち第1、第2、第4の各計算法に基づく自己相関関数の計算処理のフローチャートは、それぞれ図5、図6、図8に示されている。

【0030】第4の計算法に基づく図8のフローチャートでは、基準データ取り込み位置を更新する代わりに（図7のステップS38参照）、基準データのサイズを変更することにより（ステップS48）、基準データのサイズをライン毎に変えながら複数ラインのデータについて仮の自己相関関数を計算し、それらの計算結果を加算している。したがって、図8のフローチャートに示された計算処理によって得られる自己相関関数においても、上記と同様、本来のピークと擬似ピークとの区別が明確になり、ノイズの影響も抑えられている。

【0031】第2の計算法に基づく図6のフローチャートでは、入力ラインNo. を変更するステップ（図7のステップS39）を削除して、同一ラインについて基準データの初期位相を変えながら複数回、仮の自己相関関数を計算し、それらの計算結果を加算している。これにより、本来のピークと擬似ピークとの区別が明確になる。

【0032】第1の計算法に基づく図5のフローチャートは、上記図6のフローチャートにおいて基準データ取り込み位置を更新していたステップS28の代わりに、基準データのサイズを更新するステップS18を設けている。これにより、同一ラインについて基準データのサイズを変えながら複数回、仮の自己相関関数を計算し、それらの計算結果を加算している。したがって、上記と同様、本来のピークと擬似ピークとの区別が明確になる。

【0033】上記のように第1～第4のいずれの計算法に基づいても、本来のピークと擬似ピークとの区別が明確な自己相関関数が得られる（例えば図15参照）。このような自己相関関数を用いてCPU73は、図9に示すフローチャートにしたがって検査対象物61のパターンの周期を検出する。まず、ステップS51では、上記のようにして得られた自己相関関数の値をシフト量の小さい方から順に調べ、最初のピーク（極大点）が現われるシフト量 p_1 と、そのピークの隣接点のシフト量 p_0 と p_2 のうち自己相関関数の値が大きい方のシフト量 p_0 を記憶する（図10参照）。次のステップS52では、 n 番目のピークを検索するシフト量の範囲を算出する。すなわち、ステップS51で検出された最初のピークのシフト量は p_1 であるが、本実施例では画素単位でシフト量を変えて自己相関関数の値を計算しているため、最初の真のピークは、 p_1 の隣接点のうち自己相関関数の値が大きい方の点のシフト量 p_0 と p_1 との間に存在すると

考えられる。この最初の真のピークに対応するシフト量は周期を表わし、 n 番目のピークに対応するシフト量は周期を n 倍した値である。このため、 n 番目のピークに対応するシフト量は、最初の真のピークに対応するシフト量を n 倍したものであり、 $n \times p_0$ と $n \times p_1$ との間の値である。したがって、 $n \times p_0$ と $n \times p_1$ との間の範囲が n 番目のピークを探すべき検索範囲である。ステップS54では、この検索範囲で n 番目のピークを探し、このピークが現われるシフト量 p_n を求める。そしてステップS54において、このシフト量 p_n の $1/n$ の値を算出し、これを周期の検出値とする。 n 番目のピークが現われるシフト量 p_n は、周期を n 倍した値を画素単位で表わしたものであるため、ステップS54において算出された値 p_n/n は、周期を $1/n$ 画素単位（サンプリング周期の $1/n$ の単位）で表わしたものとなる。なお、 n については、計算量と精度等を考慮して適切な値（1よりも大きい整数）を予め選定しておく。

【0034】本実施例では、このように n 番目のピークが現われるシフト量の $1/n$ を周期としているため、 $1/n$ 画素単位という高い精度で周期を検出することができる。また、上記の周期検出において n 番目のピークを探すために必要となる自己相関関数の値は $n \times p_0$ と $n \times p_1$ との間におけるもののみであるため（ステップS53）、まず、前述の自己相関関数の計算処理（図5～図8）により最初のピーク p_1 を検出するのに十分な範囲でのみ自己相関関数の値を算出し、それらの値に基づいて最初のピーク p_1 を検出した後、 $n \times p_0$ と $n \times p_1$ との間で再び前記計算処理により自己相関関数の値を計算すればよい。これにより、少ない計算量で精度良く周期を求めることができる。

【0035】

【発明の効果】請求項1の本発明によれば、周期性パターン検査装置において必要なパターンの周期を、画像信号に対して自己相関関数を求めることにより、周期の測定や検査対象物の設計データを必要とすることなく、検出することができる。請求項2の発明によれば、自己相関関数の計算において本来のピークと擬似ピークとの区別が明確になるので、誤りなく周期を検出することができる。請求項3の発明によれば、 n 番目のピークが現われるシフト量を求めてそのシフト量の $1/n$ を求めるべき周期とすることにより、高い精度で周期を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例である周期性パターン検査装置の構成を示すブロック図。

【図2】 前記周期性パターン検査装置における周期検出部の構成を示す図。

【図3】 従来の周期性パターン検査装置の構成を示すブロック図。

【図4】 従来の周期性パターン検査装置の原理を説明

するための図。

【図5】 第1の計算法に基づく自己相関関数の計算処理を示すフローチャート。

【図6】 第2の計算法に基づく自己相関関数の計算処理を示すフローチャート。

【図7】 第3の計算法に基づく自己相関関数の計算処理を示すフローチャート。

【図8】 第4の計算法に基づく自己相関関数の計算処理を示すフローチャート。

【図9】 前記実施例において周期を検出するための処理を示すフローチャート。

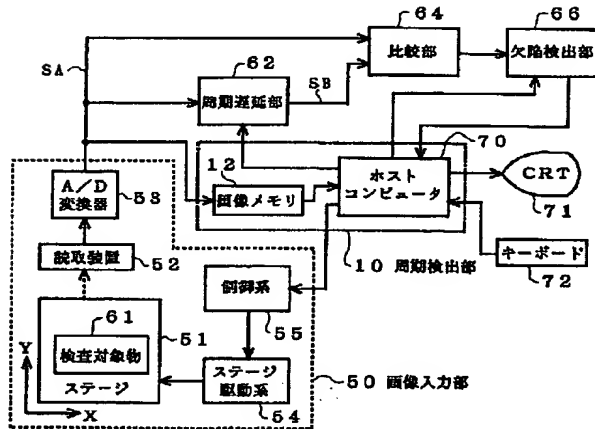
【図10】 本実施例における周期検出の方法を説明するための図。

【図11】 周期性パターンの画像の濃度分布の一例を示す図。

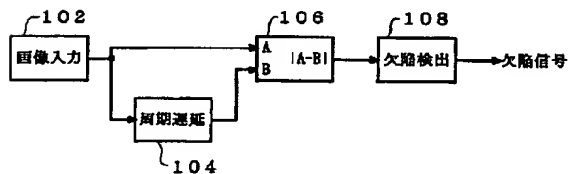
【図12】 従来の方法により前記画像のデータについて計算された自己相関関数を示す図。

【図13】 基準データの初期位相を変えて従来の方法*

【図1】



【図3】



*により前記画像のデータについて計算された自己相関関数を示す図。

【図14】 基準データのサイズを変えて従来の方法により前記画像のデータについて計算された自己相関関数を示す図。

【図15】 本実施例の方法により前記画像のデータについて計算された自己相関関数を示す図。

【符号の説明】

10…周期検出部

12…画像メモリ

50…画像入力部

61…検査対象物

62…周期遅延部

64…比較部

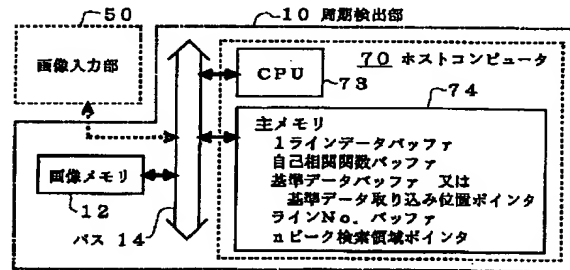
66…欠陥検出部

70…ホストコンピュータ

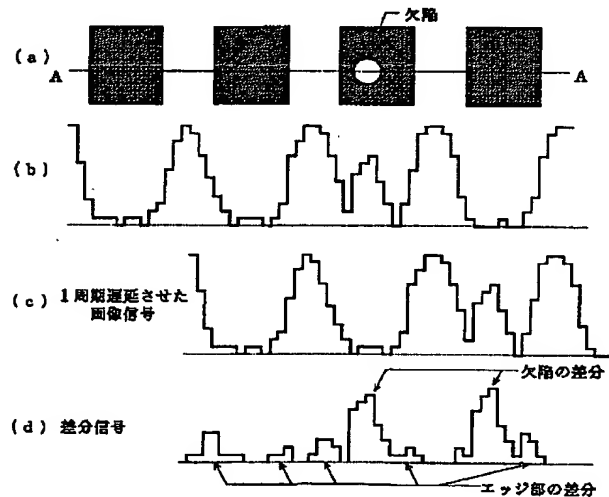
SA…画像信号

SB…画像信号

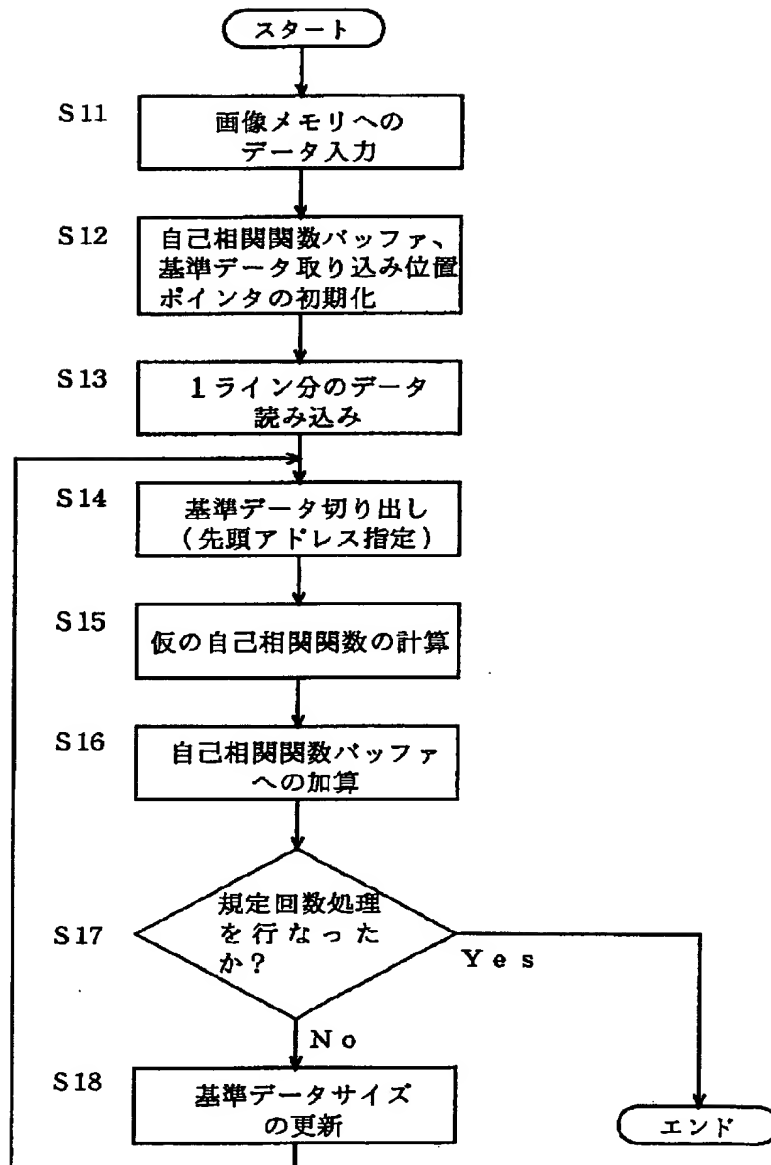
【図2】



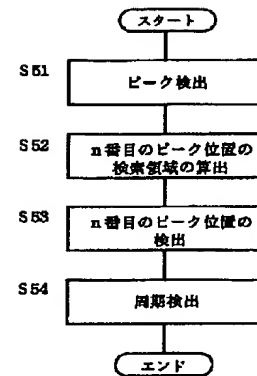
【図4】



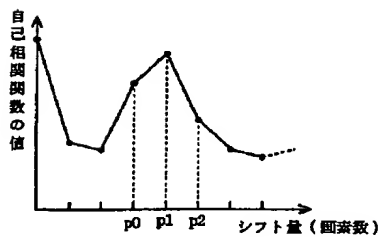
【図5】



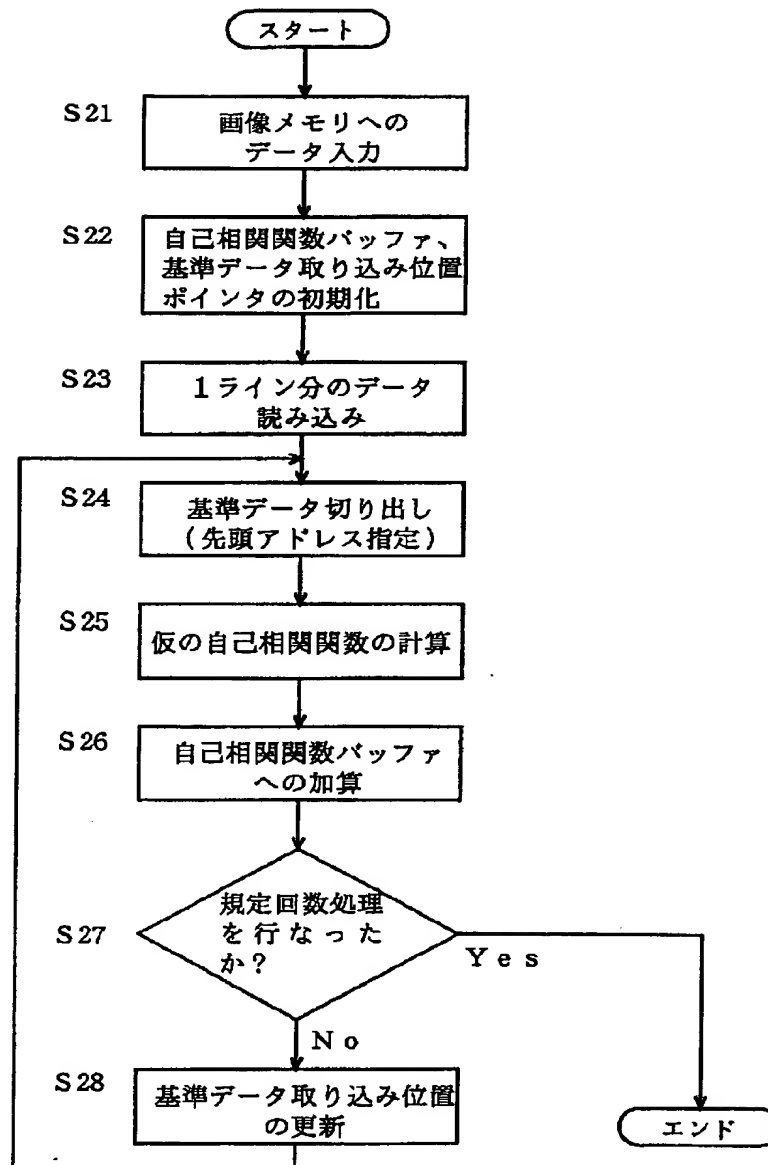
【図9】



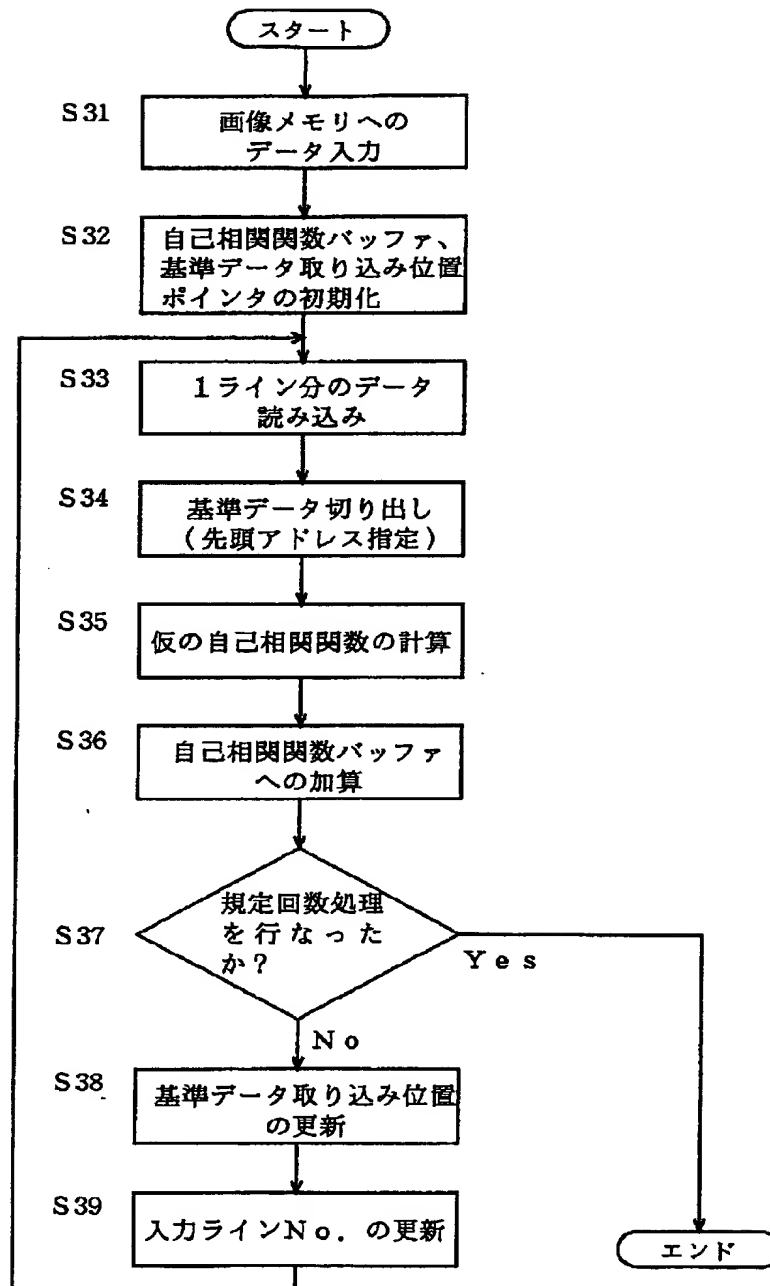
【図10】



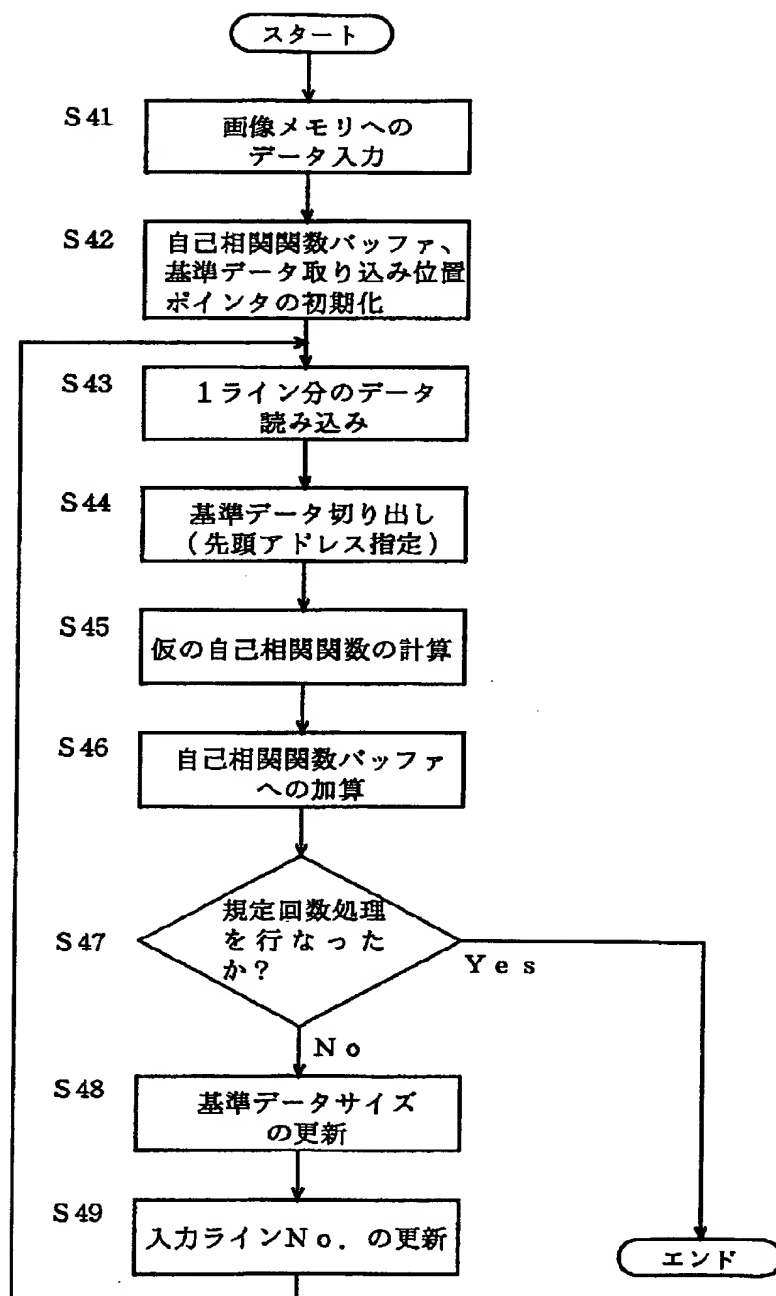
【図6】



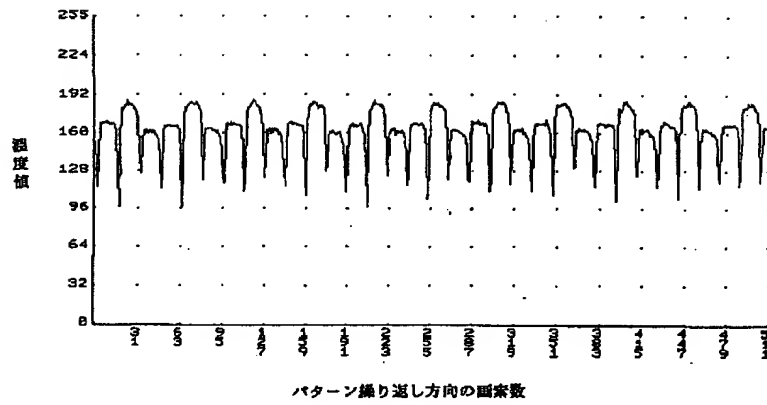
【図7】



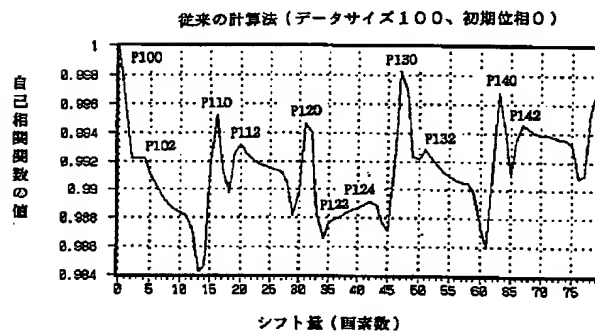
【図8】



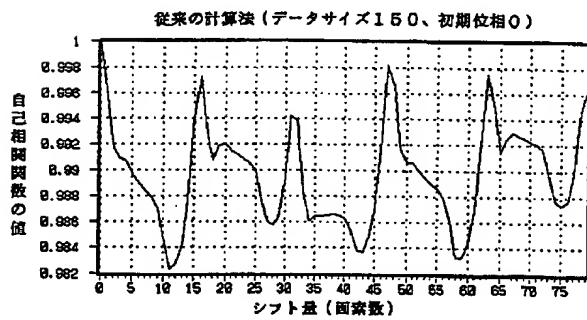
【図11】



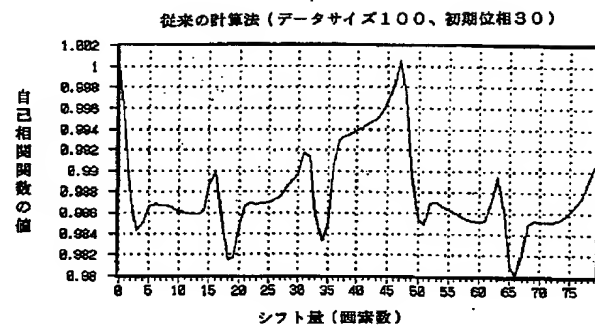
【図12】



【図14】



【図13】



【図15】

